

Национальный Исследовательский Университет
«МЭИ»
Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова
Кафедра РТС

Отчёт по лабораторной работе №3

**Исследование коррелятора АП СРНС с помощью имитационной
модели**

Студент: Ряшенцева В. И.
Группа: ЭР-15-16
Преподаватель: Корогодин И. В.

Москва, 2020 г.

Цель работы:

1. Исследовать структуру и свойства функциональных элементов корреляторов АП СРНС;
2. Исследовать характеристики процессов, происходящих в корреляторах АП СРНС;
3. Ознакомиться с ИКД ГЛОНАСС.

Домашняя подготовка

Выражения для статистических эквивалентов выходных отсчетов коррелятора:

$$I_k = \sum_{l=1}^L y_{k,l} \cdot G_c(t_{k,l} - \tilde{\tau}_k) \cos(\omega_{if} t_{k,l} + \omega_{d,k} l T_d + \varphi_k)$$

$$Q_k = \sum_{l=1}^L y_{k,l} \cdot G_c(t_{k,l} - \tilde{\tau}_k) \sin(\omega_{if} t_{k,l} + \omega_{d,k} l T_d + \varphi_k)$$

Лабораторная работа

1. Отключим шум приемного устройства. В качестве значения полосы фронтенда выбрана "Бесконечность". Квантование принимаемой реализации и опорного сигнала отключено. Расстройка опорного сигнала по частоте установлена нулевой.

На основании ИКД необходимо установить параметры схемы формирования дальномерного кода у ГЛОНАСС.

Согласно ИКД ГЛОНАСС, при инициализации во все разряды записываются единицы. При поступлении сигнала `chip` происходит сдвиг регистра: значение из первого разряда переписывается во второй, из второго в третий и т.д. В первый разряд записывает результат операции исключающее или для значений 5 и 9 разряда регистра до осуществления сдвига.

Таким образом, в модель для исследования стоит записать последовательность: 1 1 1 1 1 1 1 1.

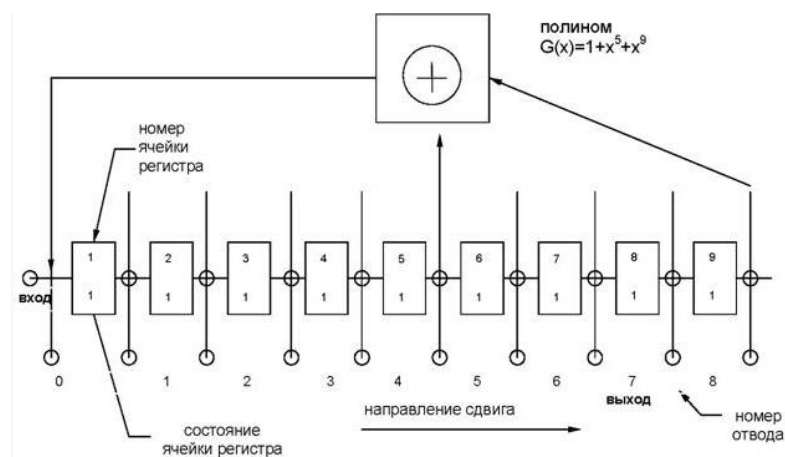


Рисунок 1 — Структура регистра сдвига, формирующего дальномерный код

При помощи модели в Matlab получена вычисленная корреляционная функция.

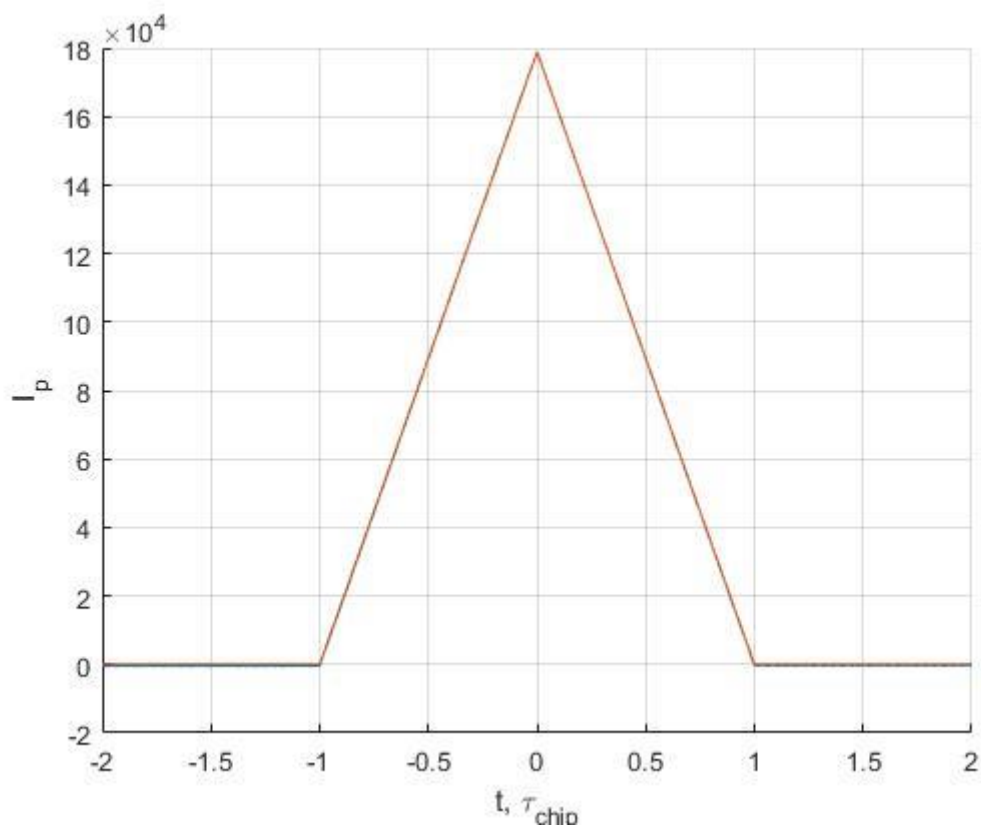


Рисунок 2 — Синфазная составляющая корреляционной функции

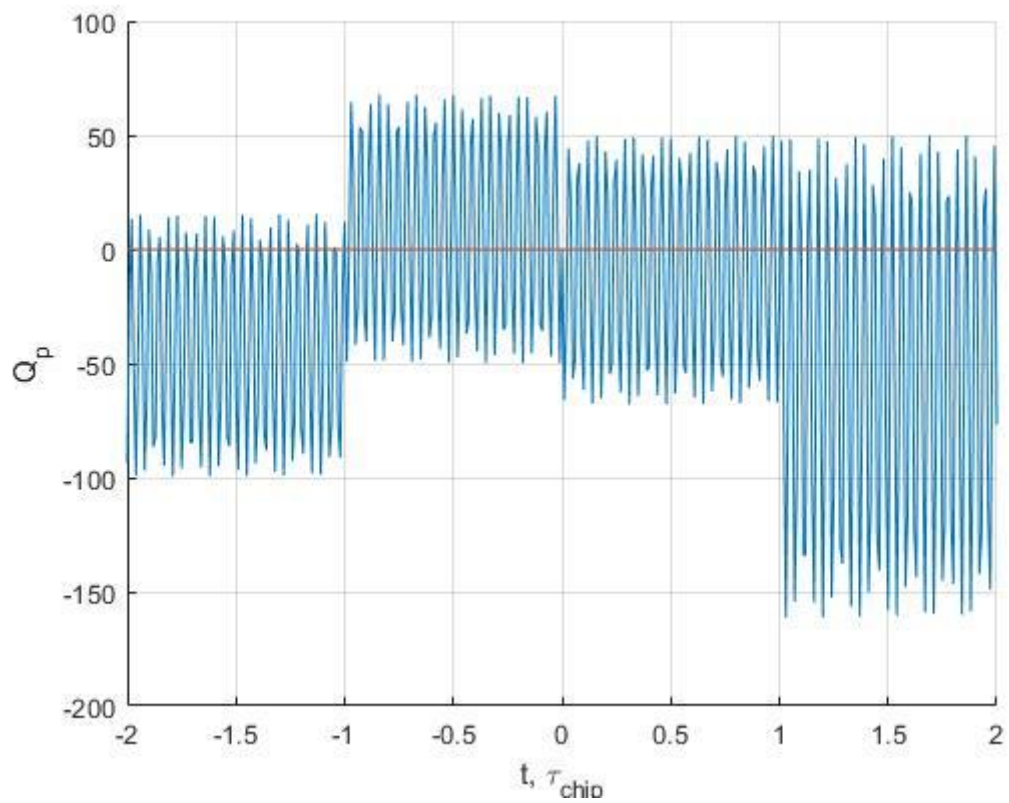


Рисунок 3 — Квадратурная составляющая корреляционной функции

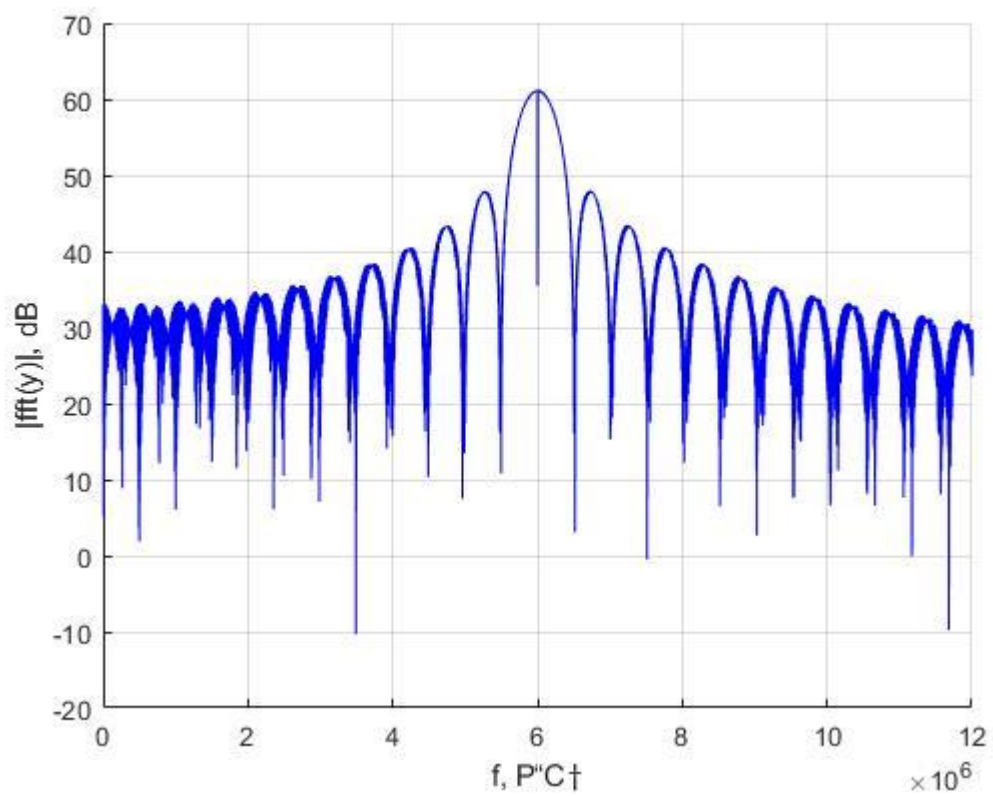


Рисунок 3 — Спектр сигнала

По полученному спектру сигнала видно, что промежуточная частота равна 6 МГц, ширина спектра сигнала приблизительно равна 1 МГц.

2. Получим корреляционную функцию при разных значениях полосы фронтона

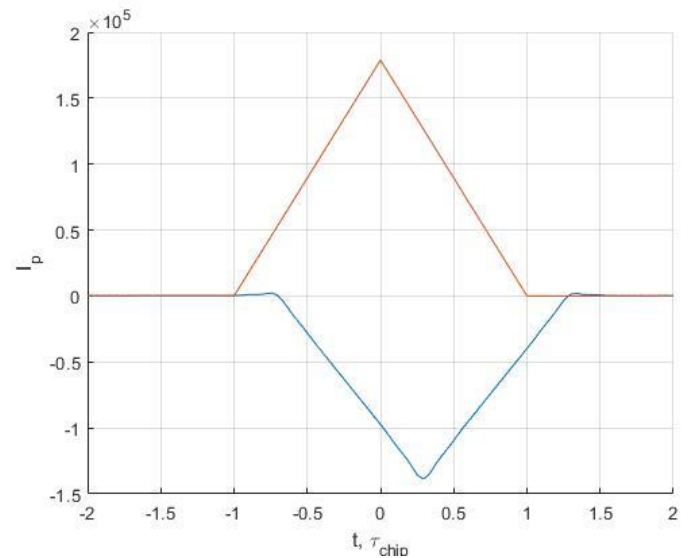
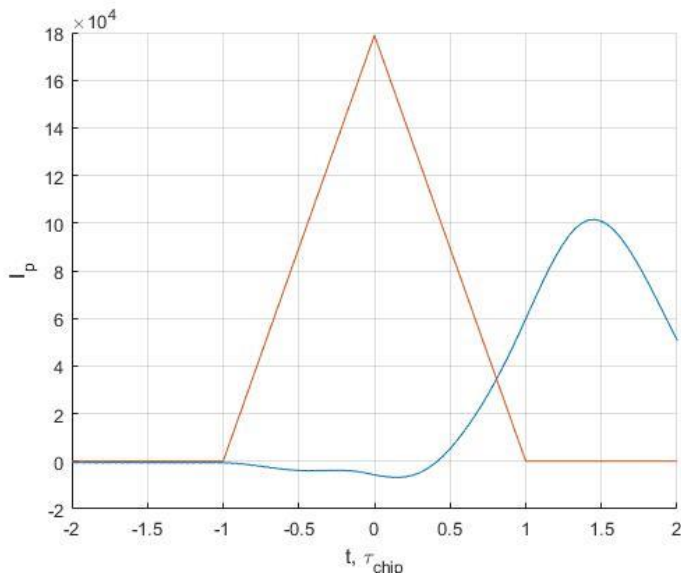


Рисунок 4 — Синфазная составляющая сигнала при полосе фронтона 1 и 6 МГц соответственно

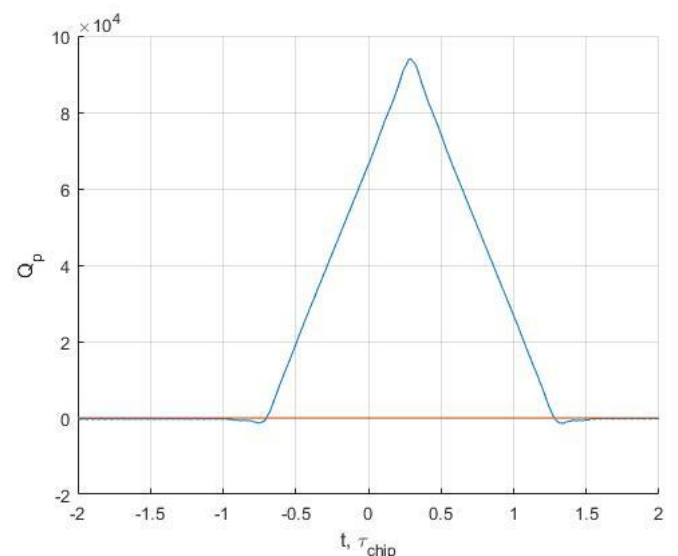
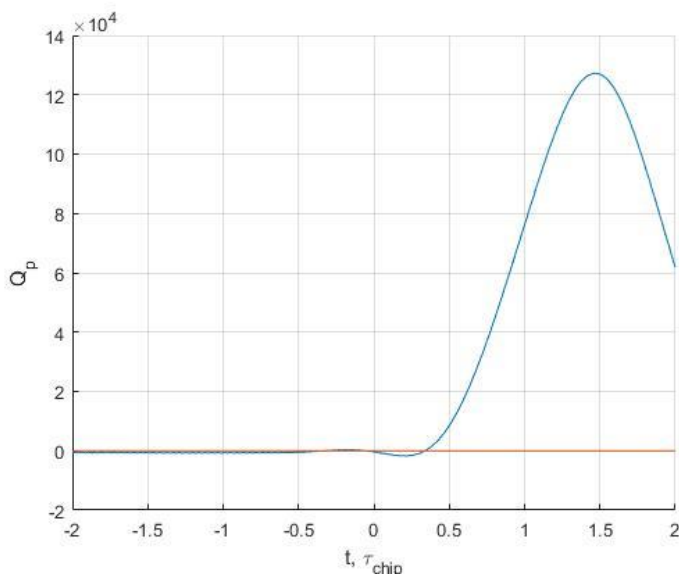


Рисунок 5 — Квадратурная составляющая сигнала при полосе фронтона 1 и 6 МГц соответственно

По рисунку 4 можно определить групповое время запаздывания:

$\tau = 1,4\tau_{chip}$ при полосе фронтенда 1 МГц;

$\tau = 0,3\tau_{chip}$ при полосе фронтенда 6 МГц.

3. Установим полосу фронтенда 6 МГц и получим реализации сигнала без шума и с шумом

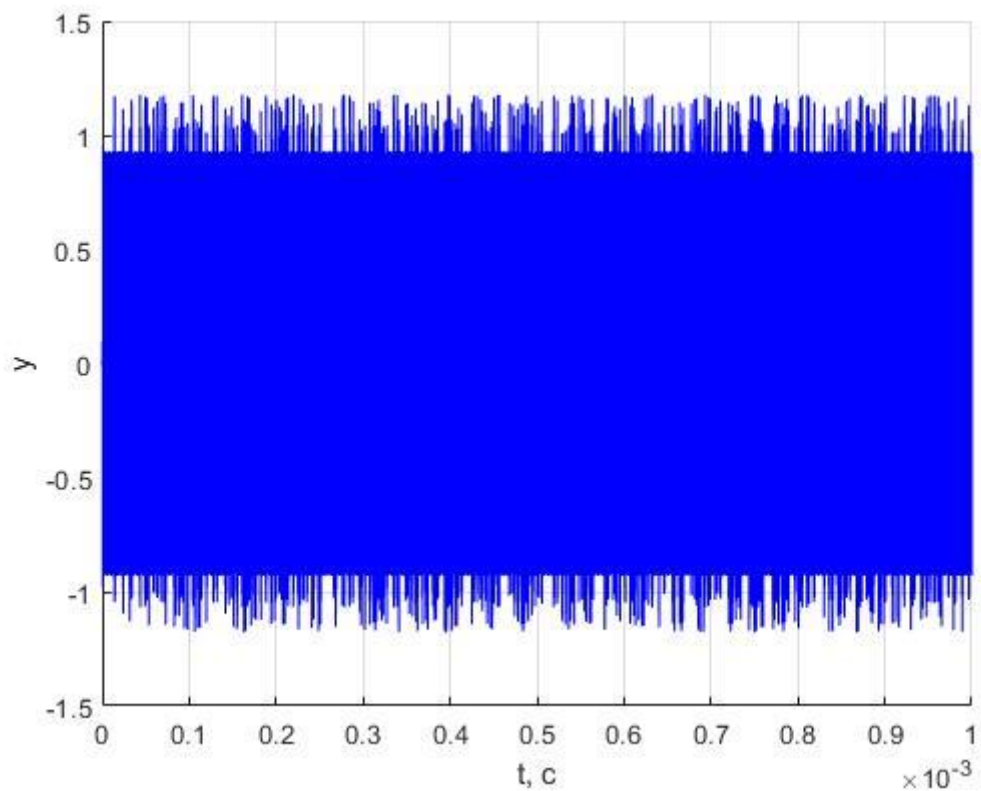


Рисунок 6 — Сигнал без шума

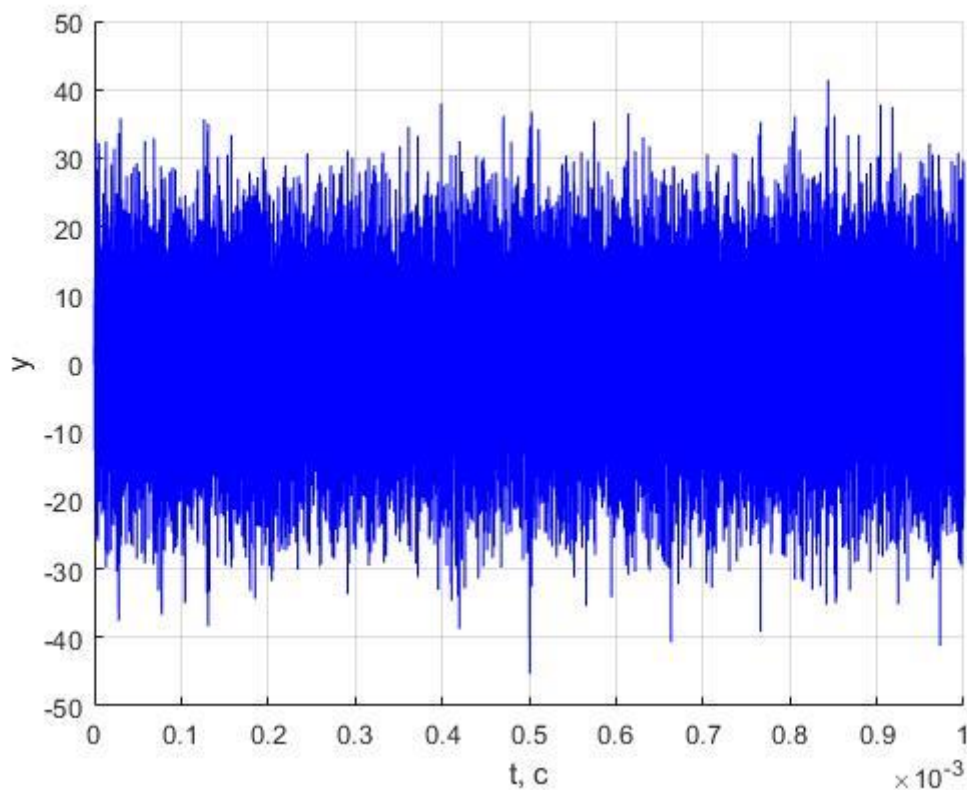


Рисунок 7 — Сигнал с шумом

Полученное значение отношения сигнал-шум можно рассчитать по формуле:

$$q_{с/n_0} = \frac{U_c^2}{\sigma_n^2 / \Delta F} = \frac{0,9^2}{\left(\frac{38}{3}\right)^2 / 6 \cdot 10^6} = \frac{0,9^2}{2,674 \cdot 10^{-5}} = 30,292 \cdot 10^3 \text{ раз} = 44,81 \text{ дБ}.$$

4. Пронаблюдаем за изменением шумовой составляющей корреляционных функций при изменении полосы фронтеда. Исследуем зависимость мощности шумовой составляющей корреляционных компонент от полосы фронтеда

4.1. Полоса фронтеда: бесконечность

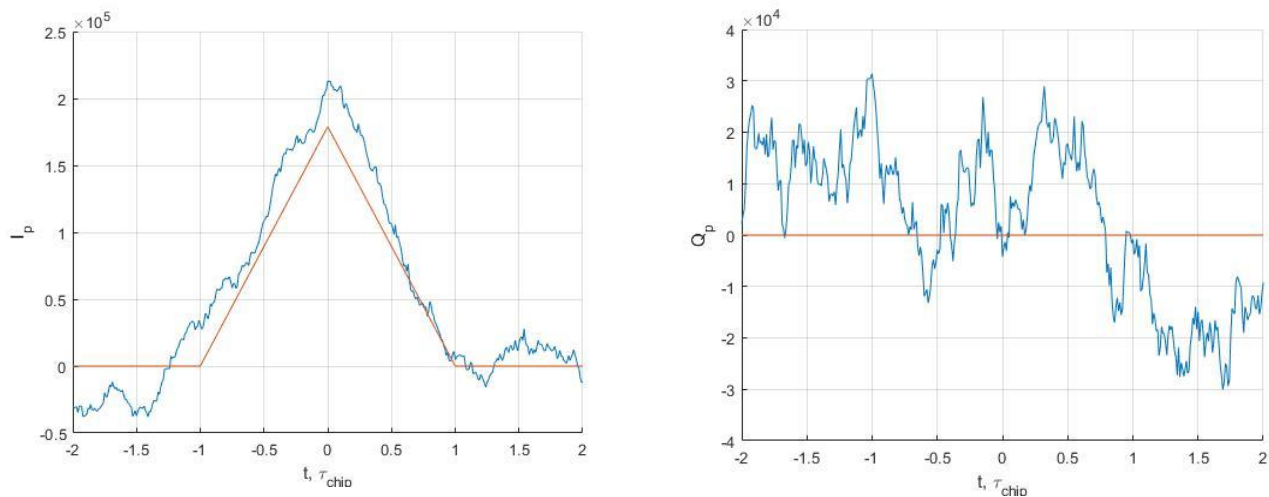


Рисунок 8 — Синфазная и квадратурная составляющие корреляционной функции при бесконечной полосе фронтенда

4.2. Полоса фронтенда: 1 МГц

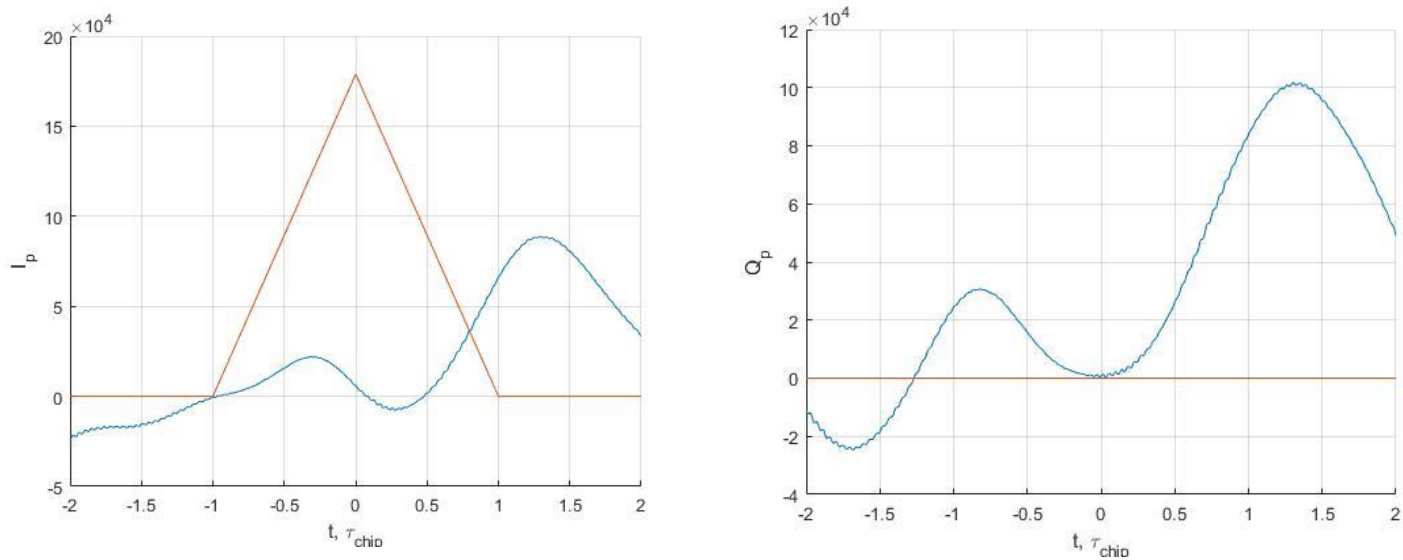


Рисунок 9 — Синфазная и квадратурная составляющие корреляционной функции при полосе фронтенда 1 МГц

4.3. Полоса фронтеда: 6 МГц

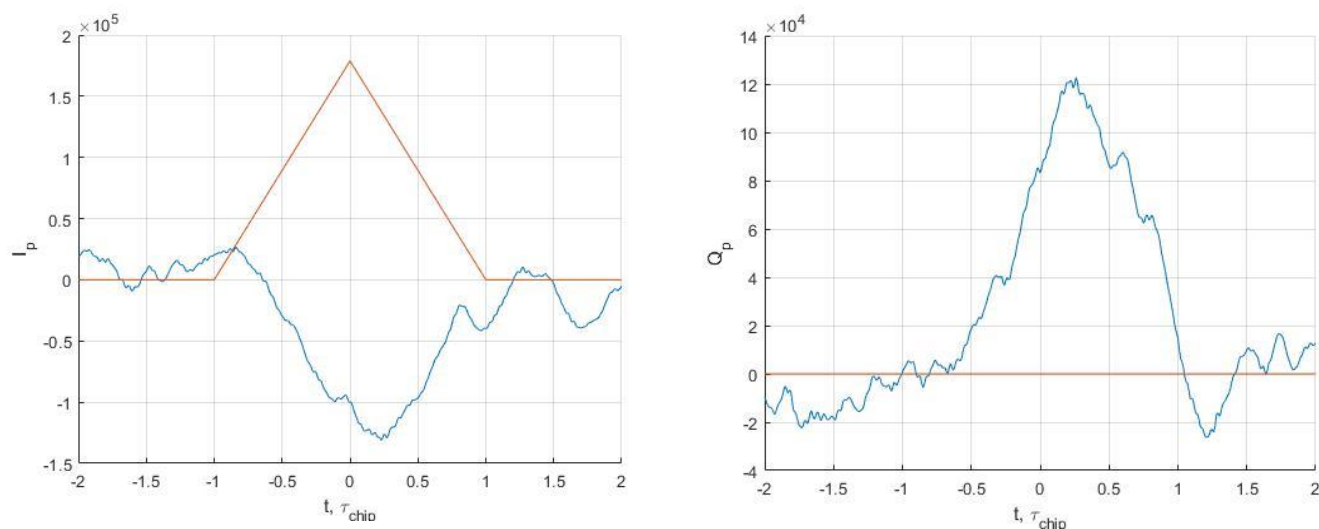


Рисунок 10 — Синфазная и квадратурная составляющие корреляционной функции при полосе фронтеда 6 МГц

По полученным результатам можно сделать вывод, что шумовая составляющая тем сильнее, чем больше полоса фронтеда.

5. Исследуем влияние квантования входных отсчетов и опорных сигналов на корреляционные суммы

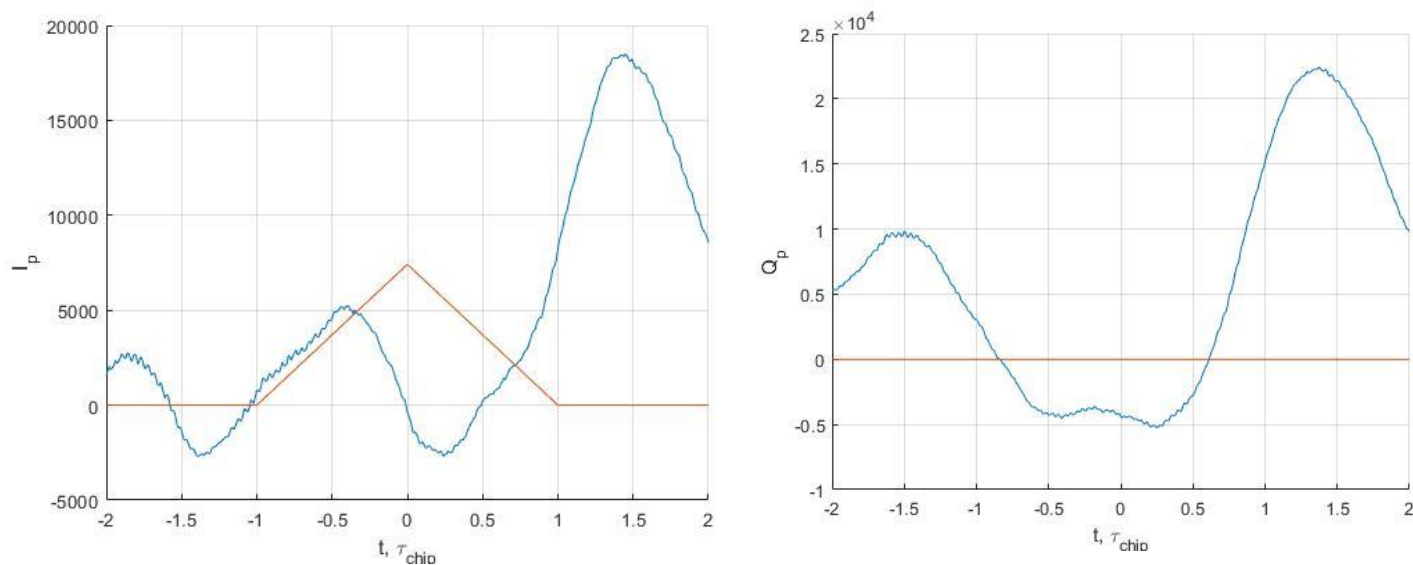


Рисунок 11 — Синфазная и квадратурная составляющая корреляционной функции, соответственно, смеси сигнала с шумом при полосе фронтенда равной 1 МГц и при квантовании отсчетов АЦП

6. Исследуем влияние узкополосной помехи на корреляционные суммы

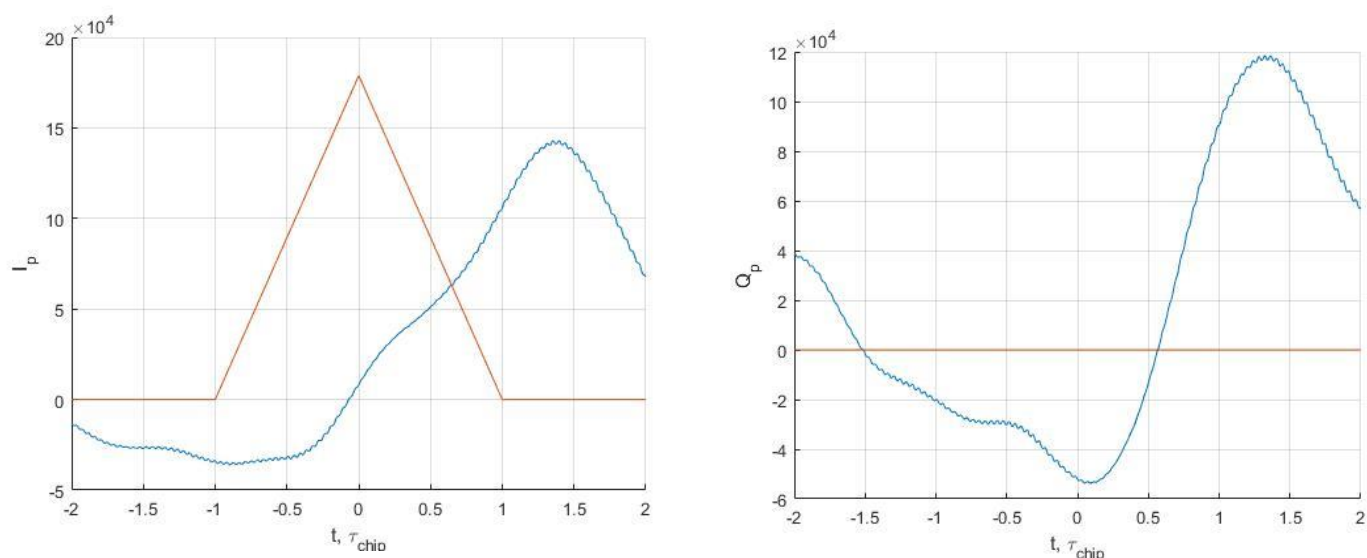


Рисунок 12 — Синфазная и квадратурная составляющая корреляционной функции, соответственно, смеси сигнала с шумом при полосе фронтенда равной 1 МГц при действии узкополосной помехи на входе приемника

7. В отсутствии узкополосной помехи при наличии шума приемника проведем исследование процессов в пошаговой модели коррелятора

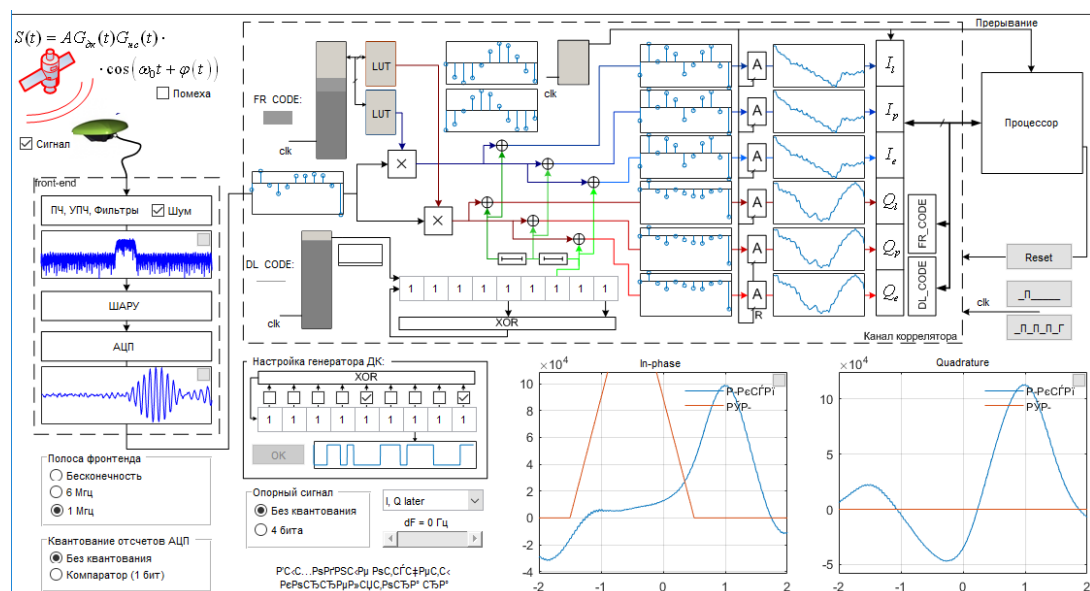


Рисунок 13 — Пошаговая модель коррелятора

Вывод: в ходе лабораторной работы были исследованы структуры и свойства функциональных элементов коррелятора, исследованы характеристики процессов, происходящих в корреляторе, а также было изучено ИКД ГЛОНАСС. Подтвердилось убеждение, что генератор дальномерного кода в данной СРНС является самым простым с точки зрения его структурной и функциональной схем. В процессе исследования модели коррелятора было выяснено, что в качестве входных сигналов используются наблюдения от АЦП, а в самом канале коррелятора происходит множество операций. Одна из них была рассмотрена более детально: расчет корреляционных сумм: на них оказывает влияние ширина полосы фронтенда, также, в зависимости от ширины полосы фронтенда изменяются групповое время запаздывания и шумовая составляющая корреляционной функции.